

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-012917

(43)Date of publication of application : 16.01.1998

(51)Int.Cl. H01L 33/00

(21)Application number : 08-164818

(71)Applicant : HITACHI CABLE LTD

(22)Date of filing : 25.06.1996

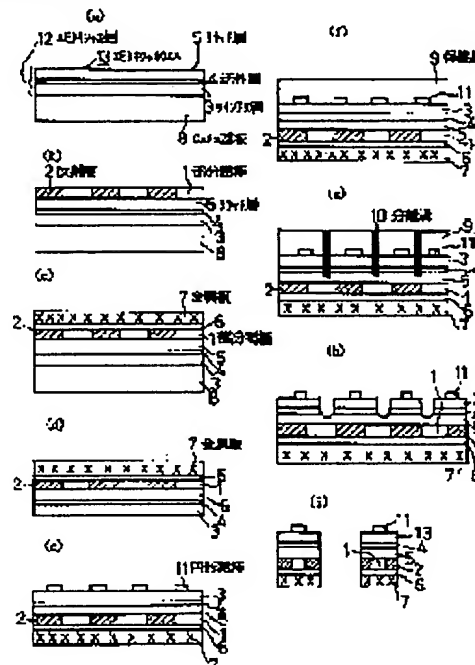
(72)Inventor : ISHIGURO SHIGEYUKI
UNNO TSUNEHIRO
SATO TOYOHICO
KONNO TAIICHIRO

(54) LIGHT EMITTING DIODE AND FABRICATION THEREOF

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent the emission output from lowering in high current region by making thin the epitaxial layer and to protect a wafer in production process against cracking by reinforcing the thinned epitaxial layer mechanically.

SOLUTION: A p-type AlGaAs window layer 3, a p-type AlGaAs active layer 4 and an n-type AlGaAs clad layer are grown sequentially on a GaAs substrate 8 to form an epitaxial wafer 13 having a p-n junction of double heterostructure. In this regard, the clad layer 5 is made thin and the total thickness of an epitaxial layer 12 is limited within $100\mu\text{m}$. After a partial electrode 1 and a reflective layer 2 are formed on the clad layer 5 of the wafer 13, a metal plate 7 is pasted onto the partial electrode 1 and the reflective layer 2 through an eutectic alloy 6 of Au-Sn. After the wafer 13 is reinforced by pasting the metal plate 7, the GaAs substrate 8 is removed by polishing.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-12917

(43) 公開日 平成10年(1998) 1月16日

(51) Int.Cl.⁶

H 0 1 L 33/00

識別記号

庁内整理番号

F I

H 0 1 L 33/00

技術表示箇所

A

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平8-164818

(22) 出願日 平成8年(1996) 6月25日

(71) 出願人 000005120

日立電線株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目1番2号

(72) 発明者 石黒 茂之

茨城県日立市日高町5丁目1番1号 日立電線株式会社日高工場内

(72) 発明者 海野 恒弘

茨城県土浦市木田余町3550番地 日立電線株式会社アドバンスリサーチセンタ内

(72) 発明者 佐藤 豊彦

茨城県土浦市木田余町3550番地 日立電線株式会社アドバンスリサーチセンタ内

(74) 代理人 弁理士 松本 孝

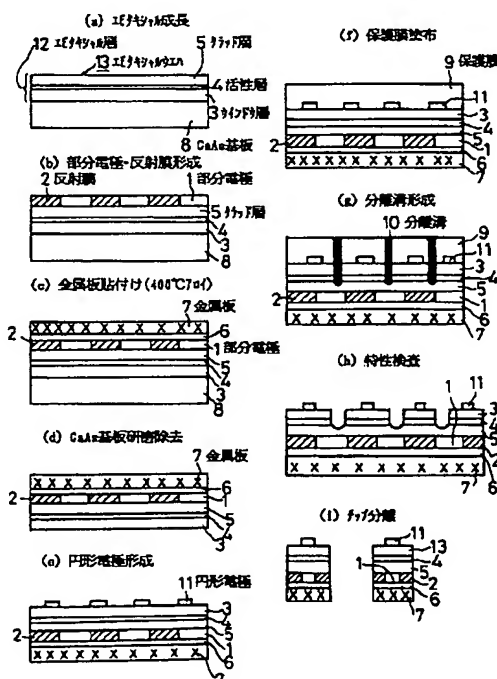
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発光ダイオード及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 エピタキシャル層厚を薄くして大電流域での発光出力の低下を防止するとともに、薄くしたエピタキシャル層を機械的に補強して製造プロセス中のウェハの割れを低減する。

【解決手段】 GaAs基板8上にp型AlGaAsウィンドウ層3、p型AlGaAs活性層4、n型AlGaAsクラッド層5を順次成長してダブルヘテロ構造のpn接合を有するエピタキシャルウェハ13を形成する。このときクラッド層5を薄くしてエピタキシャル層12全厚を100μm以下に抑える。ウェハ13のクラッド層5上に部分電極1と反射膜2を形成した後に、この部分電極1と反射膜2上にAu-Sn共晶合金6を介して金属板7を貼り付ける。金属板7を貼り付けて、ウェハを補強してからGaAs基板8を研磨除去をする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】クラッド層、活性層、ウインドウ層でダブルヘテロ構造のpn接合を形成したエピタキシャル層を有し、活性層で発生した光のうちクラッド層側に向かった光をクラッド層の表面で反射してウインドウ層側から取り出すようにした裏面反射型の発光ダイオードにおいて、エピタキシャル層のクラッド層側に補強用の金属板が貼り付けられている発光ダイオード。

【請求項2】金属板がAu-Sn共晶合金を介してクラッド層側に貼り付けられている請求項1に記載の発光ダイオード。

【請求項3】クラッド層側に貼り付けられた金属板から活性層までの距離が50μm以下である請求項1または2に記載の発光ダイオード。

【請求項4】クラッド層上に部分電極と部分電極間を埋める反射膜とが形成され、その上から金属板が貼り付けられている請求項1ないし3のいずれかに記載の発光ダイオード。

【請求項5】基板上にウインドウ層、活性層、クラッド層を順次エピタキシャル成長してダブルヘテロ構造のpn接合を有するエピタキシャルウェハを形成した後、エピタキシャルウェハから基板を除去する裏面反射型の発光ダイオードの製造方法において、エピタキシャルウェハのクラッド層上に部分電極を形成し、部分電極を形成したクラッド層上にウェハ補強用の金属板を貼り付け、金属板を貼り付けてから基板を除去するようにしたことを特徴とする発光ダイオードの製造方法。

【請求項6】エピタキシャル層全厚を100μm以下とした請求項5に記載の発光ダイオードの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、発光出力が高く、大電流域での発光出力の低下の少ない発光ダイオード、および製造プロセス中ウェハの割れの少ない発光ダイオードの製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】発光ダイオードの発光出力を高くするには光をチップの裏面で反射させ、チップの表面から効率よく光を取り出す構造の裏面反射型発光ダイオードが実用化されている。

【0003】この裏面反射型発光ダイオードは、基板上にクラッド層、活性層、ウインドウ層を順次エピタキシャル成長してダブルヘテロ構造のpn接合を有するエピタキシャルウェハを形成した後、光出力を低下させる原因となる基板をウェハから除去している。基板を除去するためにチップの機械的強度が低下するが、それを防止するためにクラッド層の厚さを厚くして機械的強度の補強を図っている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】上述したようなダブル

ヘテロ構造の裏面反射型発光ダイオードは、高い発光出力が得られるが、さらに発光出力を高くすることが要請されている。この要請に応えるためには、注入電流を増やすことが考えられるが、注入電流を増やすと発熱による発光出力の低下が問題となる。チップ全厚を薄くしてやれば発熱の影響を抑えることができるが、チップ全厚を薄くすると、基板が除去以降の製造プロセス中でウェハが割れやすくなり、歩留りが低下するという問題が生ずる。

【0005】また、従来の裏面反射型発光ダイオードでは、基板を除去するために失われるチップの機械的強度を稼ぐために、基板代わりにクラッド層の厚さを厚く成長させる必要があるが、その製造が難しく製造時間も長くなるという問題もあった。

【0006】本発明の目的は、エピタキシャル層を補強してエピタキシャル層の薄形化を実現することによって、上述した発熱による発光出力の低下という従来技術の問題点を解消して、大電流域での発光出力の高い発光ダイオードを提供することにある。また、本発明の他の目的は、基板除去前にウェハを補強することによって、上述したプロセス中のウェハの割れ発生という従来技術の問題点を解消して、製造プロセス中のウェハの割れを低減すると共に、製造が簡単で製造時間を短縮化することができる発光ダイオードの製造方法を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明は、クラッド層、活性層、ウインドウ層でダブルヘテロ構造のpn接合を形成したエピタキシャル層を有し、活性層で発生した光のうちクラッド層側に向かった光をクラッド層の表面で反射してウインドウ層側から取り出すようにした裏面反射型の発光ダイオードにおいて、エピタキシャル層のクラッド層側に補強用の金属板が貼り付けられている発光ダイオードである。エピタキシャル層のクラッド層側に補強用の金属板が貼り付けられていると、発光ダイオードの機械的強度を確保できるので、エピタキシャル層厚を薄くすることができ、それによって発熱の影響を抑え、大電流域での発光出力を高めることができる。

【0008】請求項2に記載の発明は、金属板がAu-Sn共晶合金を介してクラッド層側に貼り付けられている請求項1に記載の発光ダイオードである。金属板をAu-Sn共晶合金を用いてクラッド層側に貼り付けると、貼り付け強度が強く、容易に剥がれたりしないので信頼性が向上する。

【0009】請求項3に記載の発明は、クラッド層側に貼り付けられた金属板から活性層までの距離が50μm以下である請求項1または2に記載の発光ダイオードである。金属板から活性層までの距離を50μm以下にすると、活性層の熱を金属板に容易に伝達できるので、活

性層からの熱の逃げが良くなり、大電流域での発光出力の低下を抑えることができる。

【0010】請求項4に記載の発明は、クラッド層上に部分電極と部分電極間を埋める反射膜とが形成され、その上から金属板が貼り付けられている請求項1ないし3のいずれかに記載の発光ダイオードである。クラッド層の裏面に部分電極を形成し、その部分電極間に反射膜を形成すると、クラッド層に向かった光をクラッド層で効率よく反射させることができるので、高い発光出力を得ることができる。また、部分電極の上から金属板が貼り付けられているので、金属板を介して部分電極を外部に取り出すことができる。

【0011】請求項5に記載の発明は、基板上にウインドウ層、活性層、クラッド層を順次エピタキシャル成長してダブルヘテロ構造のpn接合を有するエピタキシャルウェハを形成した後、エピタキシャルウェハから基板を除去する裏面反射型の発光ダイオードの製造方法において、エピタキシャルウェハのクラッド層上に部分電極を形成し、部分電極を形成したクラッド層上にウェハ補強用の金属板を貼り付け、金属板を貼り付けてから基板を除去をするようにしたことを特徴とする発光ダイオードの製造方法である。ウェハに金属板を貼り付けた状態で、基板の除去以降の製造プロセスを行うと、ウェハは金属板に補強されるので、ウェハの割れが低減する。また、クラッド層を基板代わりに厚く成長する必要がなくなるので、製造が簡単で、製造時間の短縮化も図れる。

【0012】請求項6に記載の発明は、エピタキシャル層全厚を100μm以下とした請求項5に記載の発光ダイオードである。金属板を貼りつけない場合にはエピタキシャル層全厚を100μm以下にすると、基板除去以降の製造プロセス中でウェハの割れ発生が激増するが、金属板を貼りつけてあるので、ウェハの割れを激減することができる。

【0013】

【発明の実施の形態】以下に本発明の発光ダイオード及びその製造方法の実施の形態を説明する。

【0014】図2に本実施の形態の裏面反射型の発光ダイオードのチップ構造を示す。この発光ダイオードチップはn型AlGaAsクラッド層5、p型AlGaAs活性層4、p型AlGaAsウインドウ層3でダブルヘテロ構造のpn接合を形成したエピタキシャル層12を有し、表面側となるp型AlGaAsウインドウ層3上にはAuZn/Ni/Au円形電極11、裏面側となるn型AlGaAsクラッド層5上にはAuGe/Ni/Au部分電極1がそれぞれ形成されている。

【0015】また、部分電極1間にはSi₃N₄反射膜2が形成され、活性層4からクラッド層5側に向かった光をクラッド層5の裏面で反射させて、ウインドウ層3のチップ表面から効率よく取り出せるようになってい

る。さらに部分電極1及び反射膜2を含むチップの裏面には、Cu基板またはAl基板にNiをメッキした厚さ50μmの補強用の金属板7をAu-Sn共晶合金6を介して貼り付けている。この金属板7によって熱の逃げを良くすると共に、チップの機械的強度を増している。またクラッド層5の厚さを薄くして、金属板7の貼合わせ面から活性層4までの距離を50μm以下としている。

【0016】このようにチップに金属板7を貼り付けてあると、活性層4で発生した熱を金属板7を介して有効に放熱することができるので、発熱の影響の少ない高い発光出力を出す発光ダイオードを実現することができる。特に、金属板7から活性層4までの距離を50μm以下とすると、一層発熱の影響を少なくすることができ、より高い発光出力が得られる。

【0017】図1に上述した発光ダイオードチップを製造するためのプロセスを示す。まず厚さ160μmのGaAs基板8上にp型AlGaAsウインドウ層3、p型AlGaAs活性層4、n型AlGaAsクラッド層5を順次エピタキシャル成長してダブルヘテロ構造のpn接合を有するエピタキシャルウェハ13を形成する(図1(a))。基板8上の成長エピタキシャル層12の全厚は80μmである。

【0018】つぎにエピタキシャルウェハ13のクラッド層5の上に、リフトオフによってAuGe/Ni/Au50μm角の角形部分電極1を1チップに9個になるように形成し、この部分電極1間にもう一度リフトオフによってSi₃N₄反射膜2を形成する(図1(b))。

【0019】さらに、部分電極1及び反射膜2を形成したウェハの同じ側に、Cu基板またはAl基板にNiをメッキした50μmの補強用金属板7でAu-Sn共晶合金6をはさみ、400度の熱処理をすることで金属板7を貼り付ける(図1(c))。この状態でGaAs基板8を研磨によってウェハから除去する(図1(d))。基板除去後、もう一度リフトオフによって直径140μmのAuZn/Ni/Au円形電極11をウェハのウインドウ層3上に形成する(図1(e))。

【0020】円形電極11を含むp型AlGaAsウインドウ層3の上に保護膜9を塗布する(図1(f))。塗布後、チップ化するための分離溝10をダイサーによって形成し(図1(g))、分離溝形成後にウェハローバで特性評価を行う(図1(h))。最後にダイサーで300μm角にチップ分離を行う(図1(i))。このようにウェハに金属板7が貼り付けられて補強されている状態で、基板除去を始めとして、以降の円形電極形成、保護膜塗布、分離溝形成、特性検査、チップ分離プロセスが行われるので、これらのプロセスに伴うウェハ割れを大幅に低減することができる。また、分離されたチップは金属板を貼り付けたままの状態でステムやプリント基板等を実装されるため、実装時においてもチップ

強度を保持することができ、ワイヤボンディングやダイボンディング時にチップが欠けたりすることがなくなる。

【0021】図3に、このようにして得られた発光ダイオードの電流と発光出力の関係を、活性層4から金属板7までの距離をパラメータとして測定した結果を示す。測定には全厚80 μ mのエピタキシャル層を有するチップを対象とした。金属板7までの距離が60 μ m以上の発光ダイオードでは、300mAの電流値までに発光出力に飽和現象がみられ、飽和現象以降に顕著な低下がみられた。一方、金属板7までの距離が50 μ m以下の発光ダイオード場合には、300mAまで飽和現象がみられず、それ以上の大電流域での発光出力の低下が少く、金属板7までの距離が小さくなる発光ダイオードほど、より高い電流値まで発光出力の低下は無かった。

【0022】図4にエピタキシャル層全厚と、金属板7の有無による製造プロセス中のウェハの割れ発生率を10枚について示す。金属板7が無いと100 μ mの全厚で、ほぼ全数が割れてしまうのに対し、金属板7が有ることで100 μ m以下での割れを0%にすることができ

る。【0023】上述したように金属板7から活性層4までの距離を60 μ mより大きくすると高電流域での発光出力の著しい低下があるが、50 μ m以下にすると高電流域での発光出力の著しい低下がないことが分かった。また、金属板を付けない場合でも、エピタキシャル層厚が100 μ mより厚くなると割れ発生が目立たなくなるが、エピタキシャル層厚が100 μ m以下になると割れ発生率が急激に増大する。しかし、このような100 μ m以下の薄いエピタキシャル層をもつウェハに金属板7をつけると、プロセス中のウェハの割れ防止に対して非常に有効であることがわかった。

【0024】本実施の形態の発光ダイオードは、高出力に対応しているため、高出力を必要とする光空間伝送用の発光ダイオードに適しているばかりでなく、屋内外ディスプレイとしても用いることができる。さらに、大電流にも対応しているため、大電流を必要とする自動車、建造物などのセンサ用としても使用できる。

【0025】なお、上述した実施の形態では、ダブルヘ

テロ構造の発光ダイオードについて説明したが、本発明はウェハから基板を除去するタイプで機械的補強の必要な発光ダイオードの全てに適応可能である。

【0026】

【発明の効果】本発明の発光ダイオードによれば、発光ダイオードを金属板で補強してエピタキシャル層を薄型化できるようにしたので発光出力を高めることができ、しかも活性層で発生した熱を金属板から有効に放熱させることができるので、発熱による大電流域での発光出力の低下を抑えることができる。

【0027】また、本発明の発光ダイオードの製造方法によれば、ウェハに補強用の金属板を貼り付けてから基板を除去するようにしたので、エピタキシャル層が薄くても、基板除去以降の製造プロセスに伴うウェハの割れを大幅に低減することができ、歩留りを向上できる。また、クラッド層を厚く成長させる必要がないので、製造が簡単で、製造時間の短縮化も図れる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態の発光ダイオードの製造方法を説明するプロセス図である。

【図2】本実施の形態を示す発光ダイオードの断面図である。

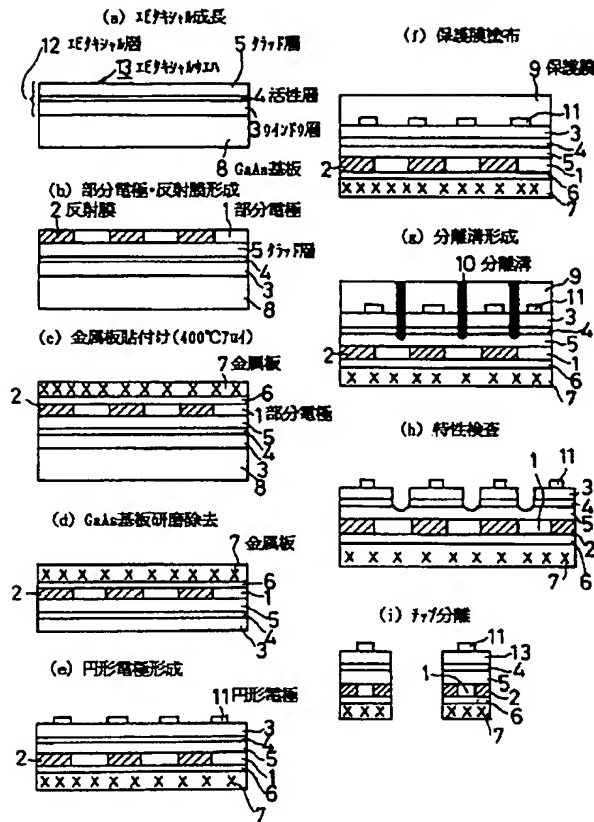
【図3】金属板から活性層までの距離を変化させたときの発光出力と電流値の関係を示す説明図である。

【図4】エピタキシャル層全厚と、金属板の有無によるプロセス中のウェハの割れの発生率の関係を示す説明図である。

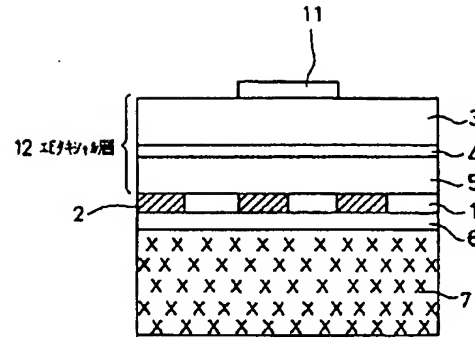
【符号の説明】

- 1 部分電極
- 2 Si₃N₄ 反射膜
- 3 p型AlGaAs ウィンドウ層
- 4 p型AlGaAs 活性層
- 5 n型AlGaAs クラッド層
- 6 Au-Sn 共晶合金
- 7 金属板
- 8 GaAs 基板
- 11 円形電極
- 12 エピタキシャル層
- 13 エピタキシャルウェハ

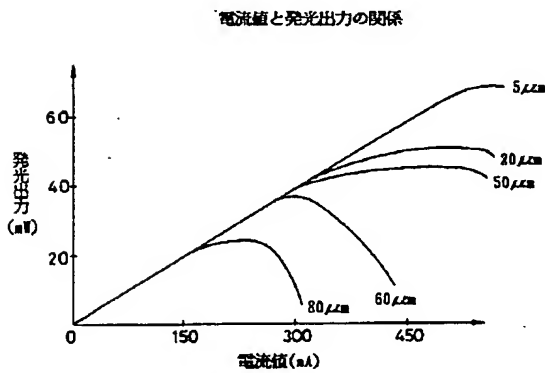
【図1】



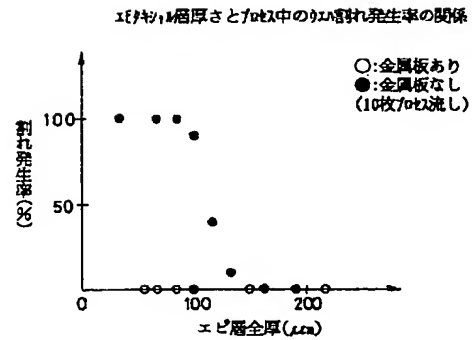
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 今野 泰一郎

茨城県土浦市木田余町3550番地 日立電線
株式会社アドバンスリサーチセンタ内